

Einfluss der Liegeboxengestaltung auf die Gelenk- und Eutergesundheit von Milchkühen

H. KÖGLER

Einleitung

Die heute existierenden Laufstallformen für Milchkühe sind das Resultat einer Vielzahl tief greifender Veränderungen in der Milchkuhhaltung. Durch den begrenzten Arbeitskräftebesatz der Betriebe einerseits und durch den durch wirtschaftliche Zwänge ausgelösten Strukturwandel hin zu größeren Bestandsgrößen andererseits erwuchs die Notwendigkeit, vor allem zeitsparende und arbeitserleichternde Verfahren für die Milchkuhhaltung zu finden. Daher gilt heute als Standardsystem der Liegeboxenlaufstall.

Nur durch die Schaffung einer optimalen Haltungsumwelt (Betreuung, Raumstruktur, Fütterung, Melken, Stallklima und Komfort) wird es der Kuh möglich, ihr volles Leistungspotential zu zeigen. Auch wenn in der Milchkuhhaltung ein relativ hoher Betreuungsstandard vorhanden ist, sind Verbesserungen immer noch möglich. Dessen sind sich Milchkuhhalter, Wissenschaft, aber auch die landtechnischen Unternehmen bewusst. Auch von Seiten der Verbraucher wird erwartet, dass jegliche Anstrengungen unternommen werden, das Wohlergehen der Kühe zu verstehen und zu verbessern.

Problemstellung

Eine sinnvolle Verbindung von Halte-technik – unter Berücksichtigung des Tierverhaltens – und guter tierhalterischer Qualifikation des Betreuungspersonals bildet die Grundlage für eine wirtschaftliche Milchkuhhaltung, die mit einer Vermeidung von Tierschäden einhergeht.

Durch die exakte Erfassung des Gesundheitszustandes von Milchkühen in Abhängigkeit der speziellen Haltungsumgebung ist es möglich, Hinweise für Verbesserungsansätze bei der Haltung zu

geben. Im Liegeboxenlaufstall ist der Liegeboxenbelag von zentraler Bedeutung, da er einer Vielzahl von Anforderungen wie Wärmedämmung, Weichheit, Verformbarkeit, Trittsicherheit und Haltbarkeit genügen muss (BICKERT, 2000; KRAMER et al., 1998; RODENBURG und HOUSE, 2000; SAMBRAUS et al., 2002).

Technopathien entstehen als Reaktion auf nicht optimal angepasste Haltungssysteme und äußern sich im Falle des Funktionsbereichs Liegen in Form von Hautläsionen an den Gelenken der Extremitäten. Dass diese zum größten Teil vermeidbar sind, zeigen Ergebnisse von Untersuchungen auf Strohmistmatratzen (WECHSLER et al., 2000). Durch mangelnde Verfügbarkeit von Stroh, aber auch auf Grund von arbeitswirtschaftlichen und gesundheitlichen Bedenken gegenüber Strohmistmatratzen seitens der Landwirte, kommen v.a. industriell gefertigte verformbare Liegebeläge in Kombination mit Hochboxen zum Einsatz.

Da es auf diesen Liegebelägen vermehrt zu Hautläsionen kommt (WEARY und TASZKUN, 2000), empfiehlt die DLG-Kommission „Technik in der Rinderhaltung“ eine Minimaleinstreu für die von ihr getesteten Liegeboxenbeläge.

Eutergesundheit

Die Eutergesundheit wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst, v.a.

durch das Melkmanagement (Melktechnik, Melkhygiene, Melkarbeit, Melker), Genetik, Fütterung, tierärztliche Betreuung, Umweltbedingungen (Melkstand, Aufstallung, Stallklima), allgemeines Herdenmanagement und insbesondere durch die euterpathogenen Keime selbst. Nur das Zusammenwirken mehrerer der genannten Faktoren führt bei Tieren mit geschwächtem Immunstatus letztendlich zu einer Eutererkrankung.

Je nach Grad der Entzündung wird zwischen klinischen und subklinischen Fällen unterschieden. Klinische Mastitiden äußern sich durch Veränderungen des Euters (geschwollene, harte und heiße Viertel) und grobsinnliche Veränderungen des Sekrets (Flocken, Klümpchen und wässrige Konsistenz), bei subklinischen Mastitiden finden sich äußerlich keine Symptome, die chemische Zusammensetzung der Milch und der Zellgehalt sind jedoch verändert, die Milchleistung erkrankter Tiere geht zurück (HARMON, 1994).

Erreger von umweltbedingten Mastitiden (Tabelle 1) finden sich in der normalen Stallflora und besitzen im allgemeinen ein geringes krankmachendes Potential. Dennoch können sie über den Strichkanal ins Euter eindringen und gelegentlich hartnäckige, schwer behandelbare Infektionen hervorrufen. Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn die Abwehrmechanismen der Kuh bzw. des Euters versagen (WOLTER, 2004).

Tabelle 1: Umweltassoziierte Mastitiserreger (nach SMITH und HOGAN, 1995)

auftretende gram-positive Erreger	auftretende gram-negative Erreger	sonstige Erreger
Sc. uberis	E. coli	Actinomyces pyogenes
Sc. dysgalactiae	Klebsiella spp.	Nocardia spp.
Sc. equinus	Enterobacter spp.	Bacillus spp.
Enterococcus faecalis	Serratia spp.	Hefen
Enterococcus faecium	Proteus spp.	Pilze
	Citrobacter spp.	Algen
	Pseudomonas spp.	

Autor: Dipl.Ing.agr. Harald KÖGLER, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V., Testzentrum Technik & Betriebsmittel, Max-Eyth-Weg 1, D-64823 GROSS-UMSTADT

Ursachen sind Managementfehler, die besonders das Melkregime, Fütterung und Haltungshygiene betreffen. Peinlich genaue Melkhygiene, Vormelken mit einem geeigneten Vormelkbecher, gründliche Reinigung der Zitzen vor dem Melken mit Einmaltüchern, Zwischendesinfektion oder Zwischenspülung der Melkzeuge und konsequente Anwendung des Zitzendippings zeichnen eine gute Melkarbeit aus.

Fütterungsfehler und –mangel wirken sich negativ auf die Infektionsabwehr und indirekt auf die Eutergesundheit aus. Durch schlechtes Stallklima und mangelhafte Hygiene der Liegeflächen entsteht hoher Keimdruck, d.h. es kommt zu einer starken Ansammlung von Bakterien, die das Abwehrsystem der Kuh bzw. des Euters überfordern (WOLTER, 2004).

Die in *Tabelle 1* aufgeführten Erreger nutzen allerdings auch zum Teil die Haut als Infektionspforte, erleichtert durch Gewebläsionen, und verursachen Dermatitis, Wundinfektionen und Störungen des Allgemeinbefindens (SOMMER, 1991).

Das Risiko der Kontamination der Zitzen- und Euteroberfläche hängt von der Gestaltung der Liegeflächen, dem Platzangebot pro Kuh, vom Einstreumaterial, von der Häufigkeit der Erneuerung der Einstreu, der Reinigung, der Desinfektion sowie der durchschnittlichen Aufenthaltsdauer der Kühe in den Liegeboxen ab (BRAMLEY 1985).

Einstreumaterialien

Milchkuhhalter wählen die Einstreu basierend auf der Vereinbarkeit mit ihrem Produktionssystem. Dazu werden Faktoren wie Verfügbarkeit und Kosten des Haltungssystems, Einstreumaterials und Entmistungsverfahrens, aber auch die Qualität der Einstreu hinsichtlich Eutergesundheit und Kuhkomfort in Betracht gezogen.

Grundsätzlich unterscheidet man durch mechanische Zerkleinerung (Scheren, Reißen, Brechen, Prallen, Mahlen) gewonnene Stroh Einstreu und Abfallprodukte der Holzverarbeitung wie Sägemehl und Hobelspäne.

Auf mit verformbaren Liegeflächen ausgestatteten Hochboxen ist die Anfeuchtung- bzw. Wasseraufnahmegeschwin-

digkeit des eingestreuten Materials von entscheidender Bedeutung, da ein Ableiten der Feuchtigkeit in tiefere Schichten nicht möglich ist.

Im Falle von Stroh nimmt mit zunehmendem Zerkleinerungsgrad die Wasseraufnahmefähigkeit zu. Bei geringfügigem Aufbereitungsgrad, d.h. einfach geschnitten bzw. gehäckselt, nimmt Stroh nach 7,5 min Kontaktzeit mit Flüssigkeit das 3,4-fache des eigenen Gewichtes an Wasser auf. Sehr fein zerkleinertes Stroh unter 5 mm Partikellänge (Strohmehl) ermöglicht die höchste Wasseraufnahme (5-fache). Allerdings ist der Energieaufwand für die Herstellung des Strohmehls beträchtlich. Getrocknete Hobelspäne liegen bei einer 3-fachen und getrocknete Sägespäne bei einer 4,2-fachen Wasseraufnahme des eigenen Gewichtes im gleichen Zeitraum (SONNENBERG, 2002).

Getrocknetes organisches Einstreumaterial enthält eine sehr geringe Zahl an Mastitisserregern wenn es in Liegeboxen eingebracht wird, allerdings steigt der Grad der bakteriellen Belastung innerhalb der ersten 24 Stunden sprunghaft an. Daher führt eine tägliche Reinigung und erneutes Einstreuen zur Verringerung der bakteriellen Belastung (HOGAN und SMITH, 1995).

REITHMEIER (2002) untersuchte die bakterielle Belastung (*Staphylococcus aureus*, anaerobe Sporenbildner, aerobe mesophile Bakterienzahl, Enterobacteriaceae und Enterokokken) von fünf verschiedenen Liegeboxenoberflächen und deren Einfluss auf die Milchqualität in insgesamt 25 Betrieben. Bei den untersuchten Liegebelägen handelte es sich um zwei Kuhmatratzen, zwei Weichbodenmatten und die Strohmistmatratze. Dabei stellte REITHMEIER (2002) fest, dass sich die verschiedenen industriell gefertigten Liegeboxenoberflächen nicht signifikant unterscheiden. Strohmistmatratze und Liegebeläge sind hinsichtlich der bakteriellen Belastung als gleichwertig einzustufen.

Eigene Untersuchungen zu Einstreumaterialien

In der vorliegenden Untersuchung wurde der Einfluss eines verschiedenartig eingestreuten Komfortbelags auf die Gelenkgesundheit der Extremitäten er-

fasst. Zum Vergleich wurde der Einfluss der Strohmistmatratze auf das Entstehen von Hautläsionen an den Gelenken untersucht, um somit Zusammenhänge zwischen Läsionen und unterschiedlichen Einstreumaterialien aufzuzeigen.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden am Ende der Winterfütterungsperiode in 56 milchkuhhaltenden Betrieben Daten erhoben. Erfasst wurden Betriebs- und Stallparameter sowie Schäden an ausgewählten Gelenken der Tiere.

Bei 41 der untersuchten Betrieben handelte es sich um Liegeboxenlaufställe mit Hochboxen, Weichbodenmatte (Deckbelag 12 mm Vollgummimatte, Einlage Spezialschaumstoff 22 mm) gleichen Fabrikats und unterschiedlichen Einstreumaterialien (15 Betriebe mit Strohmehl (Halmgut mit einer Länge ≤ 10 mm), sechs mit Stroh häcksel (Halmgut mit einer Länge zwischen 30-50 mm), zehn mit Sägemehl und 15 mit keinerlei Einstreu). In den restlichen 15 Betrieben waren die Milchkühe auf Tiefboxen mit Strohmistmatratze aufgestellt. Das installierte Boxensystem, der Liegeboxenbelag sowie die Einstreu waren in den jeweiligen Ställen gleich. Die vorgefundene Boxenausführung hatte seit mindestens einem Jahr Bestand. Die erfassten Tiere waren seit mindestens sechs Monaten in den betreffenden Liegeboxenlaufställen aufgestellt, weder neu zugekauft, verletzt oder trockenstehend.

Mittels einer adspektorischen Untersuchung der Milchkühe, deren Durchführung in allen 56 Betrieben derselben Person oblag, wurden Veränderungen an Haut und Gelenken erfasst. Dabei wurden die an Fesseln, Knie, Karpal- und Tarsalgelenken gefundenen Schäden je nach Schweregrad in folgende Kategorien eingestuft: „haarlose Stelle < bzw. > 2 cm“, „Hautabschürfung < bzw. > 2 cm“ und „Umfangvermehrung im Schleimbeutelbereich“, wobei je Gelenk nur die gravierendste Veränderung erfasst wurde. Die Auswertung erfolgte mittels nichtparametrischen Tests (Kruskal-Wallis H-Test, Mann-Whitney U-Test).

Ergebnisse

Von den 2457 bonitierten Kühen, wurden 1778 Tiere in Weichbett-Betrieben

und 679 in Strohmatratzen-Betrieben gehalten. Bei einer Auswertung aller 24570 bonitierten Gelenke zeigt sich, dass 95% der Gelenke von Kühen auf Strohmatratzen ohne Befund waren. Bei Tieren auf verschiedenartig eingestreuten Weichbetten zeigten mindestens 81% der untersuchten Gelenke keinerlei Verletzung (Tabelle 2).

Die Zahl der Sprunggelenke ohne Befund ist im Vergleich zu den anderen Gelenkbereichen stark reduziert (Tabelle 3).

Nur durchschnittlich 57% der Tarsalgelenke auf Weichbetten wiesen keinen Befund auf, bei der Variante Strohmatratze waren es 87% (Tabelle 3). Da es sich im Falle des Tarsalgelenks um das im Rahmen dieser Untersuchung strapazierteste Gelenk handelt, ist zur Veranschaulichung in Tabelle 4 die statistische Verrechnung der gefundenen Verände-

rungen mittels U-Test nach Mann-Whitney ($p < 0,05$) dargestellt.

Unter den 4914 untersuchten Sprunggelenken fanden sich bei allen Varianten hochgradige Veränderungen in Form von Umfangsvermehrungen. Die statistische Auswertung dieser Schadenskategorie ergab keine signifikanten Unterschiede.

Diskussion

Bei der Einordnung der festgestellten Schäden gilt es zu berücksichtigen, dass Hochboxen v.a. im hinteren Teil der Box eingestreut werden. Im Kontaktbereich mit den Karpalgelenken war die Einstreuschicht in den untersuchten Weichbodenmatten-Betrieben entweder nur sehr dünn, lückenhaft oder fehlte gänzlich. BOXBERGER (1983) konnte zeigen, dass während des Abliege- bzw. Aufstehvorgangs bis zu 87% des Körpergewichtes, dies entspricht einer Kraft-

einwirkung von 4000-5000 N, auf den Karpalgelenken lasten. Folglich würde auch eine im Bereich der Karpalgelenke ausreichend vorhandene Einstreu im Falle von industriell gefertigten Liegebelägen den Druck auf die Gelenke nur unwesentlich verringern. Die viel größere Rolle spielt hier die Härte (Plastizität, Elastizität) des Liegeboxenbelages.

Bei den Veränderungen am Tarsalgelenk ist im Vergleich zu den Veränderungen an den anderen untersuchten Gelenken eine deutliche Zunahme der verletzten Gelenke in allen Schadenskategorien festzustellen. Somit scheint das Sprunggelenk das Gelenk zu sein, bei dem sich die Qualität des Einstreumaterials am stärksten bemerkbar macht. Dies erklärt auch, warum sich in jüngster Zeit Untersuchungen zu Hautläsionen an exponierten Gelenken bei Milchkühen auf den Tarsus konzentrieren (MOWBRAY et al., 2003; VOKEY et al., 2001; WEARY und TASZKUN, 2003).

Das Bundesamt für Landwirtschaft in der Schweiz gewährt seine Direktzahlungen im Rahmen des Programms "Besonders Tierfreundliche Stallhaltungssysteme (BTS)" nur für Liegematten, die bezüglich der Häufigkeit und des Schweregrades von Verletzungen an den Tarsalgelenken der Kühe, aber auch hinsichtlich der Verformbarkeit des Fabrikates gewissen Richtlinien entsprechen (WIDMER, 2002).

Die im Verlauf dieser Arbeit erarbeiteten Untersuchungsergebnisse zeigen, dass sowohl ein industriell gefertigter, weicher Liegebelag als auch eine weiterentwickelte Tiefbox mit Strohmatratze Schäden in Form von haarlosen Stellen, Hautabschürfungen und Umfangsvermehrungen an den Gelenken der Extremitäten von Milchkühen hervorrufen können.

Kühe auf Strohmatratzen wiesen im Vergleich zu Tieren auf der verschiedenartig eingestreuten Weichbodenmatte insgesamt weniger Gelenkschäden auf; ist allerdings keine stabile Strohmatratze gewährleistet, sollte im Sinne der Tiere und der leichteren Handhabung auf die Hochbox mit verformbarem Belag und Einstreu zurückgegriffen werden. Die Nachteile des weichen Liegebelages gegenüber der Strohmatratze sind offensichtlich in andersartiger Oberflä-

Tabelle 2: Befunde an den bonitierten Gelenken in Prozent

Variante	Kategorie			
	ohne Befund [%]	haarlose Stellen [%]	Hautabschürfungen [%]	Umfangsvermehrungen [%]
Strohmatratze Weichbett	94,5	5,3	0,18	0,02
ohne Einstreu	81,2	15,7	2,7	0,4
Strohmehl	88,2	10,5	1,1	0,2
Strohhäcksel	81,6	16,3	1,5	0,6
Sägemehl	84,4	13,9	1,6	0,1

Tabelle 3: Verteilung der verletzten Gelenke in Prozent

Variante	Gelenk				
	Vorderfessel [%]	Carpus [%]	Knie [%]	Tarsus [%]	Hinterfessel [%]
Strohmatratze Weichbett	2,1	4,1	0,2	13,0	8,2
ohne Einstreu	12,0	11,4	4,4	44,8	21,9
Strohmehl	7,0	3,7	2,1	39,8	6,2
Strohhäcksel	11,5	20,9	2,3	43,3	13,8
Sägemehl	9,3	8,8	2,9	45,6	12,2

Tabelle 4: Verteilung der verletzten Tarsalgelenke [n=4914]

	ohne Einstreu [n=1258]	Strohmehl [n=774]	Strohhäcksel [n=660]	Sägemehl [n=864]	Strohmatratze [n=1358]
haarlose StelleØ < 2cm	205a	151ab	135b	193ab	132c
haarlose StelleØ > 2cm	195a	112a	107a	135a	34b
Hautabschürfung Ø < 2cm	116a	36b	28bc	60ac	9d
Hautabschürfung Ø > 2cm	26a	4ab	10ab	3b	
Umfangvermehrung	22a	5a	6a	3a	2a
Σ verletzte Gelenke	564	308	286	394	177
ohne Befund	694a	466a	374a	470a	1181b

a,b,c,d Gruppen ohne gleiche Buchstaben unterscheiden sich signifikant (MWT, $p < 0,05$)

chenstruktur, aber auch in der unterschiedlichen Weichheit begründet.

So führt der Einsatz von Einstreu teilweise zu einer deutlichen Verringerung der Schadenshäufigkeit an den untersuchten Gelenken, aber auch zu einem herabgesetzten Schädigungsgrad. Bei der Wahl der Einstreu für die hier untersuchte Weichbodenmatte ist, unter Einbeziehung aller untersuchten Gelenke, Strohmehl der eindeutige Vorzug zu geben, insbesondere im Falle der mittel- und hochgradigen Veränderungen. Das sehr gute Wasseraufnahmevermögen von Strohmehl unterstreicht diesen Vorzug zusätzlich (SONNENBERG, 2002).

Neben dem maßgeblichen Einfluss des Liegeboxenbelages und der Einstreu auf die Gelenkgesundheit von Milchkühen sind aber auch andere Einflussgrößen so zu verbessern, dass eine Reduzierung der Schadensrate erreicht wird. Vor allem eine ausreichende Boxendimensionierung ist für die Vermeidung von Hautläsionen grundlegend. Als weitere Einflüsse auf den Zustand der Gelenke müssen Weidegang, Herdengröße, Alter der Tiere und unterschiedliche Aufstallungsarten im Laufe des Produktionszyklus berücksichtigt werden.

Boxenpflege

Es bleibt festzuhalten, dass zur Vermeidung bzw. Reduzierung von Verletzungen an den untersuchten Gelenken unabhängig vom Liegeboxensystem eine gute Boxenpflege unumgänglich ist, gleichgültig wie viel oder wenig Zeit sie in Anspruch nimmt. Eine saubere, trockene und eingestreute Liegefläche hilft ein trockenes, aufrechtes Haarkleid zu bewahren, verringert die Gefahr, das Nässe durch Aufweichen der Haut zu Aufliegeschäden führt und lindert die Belastung der Gliedmaßen.

Verformbare Liegeflächen sollen mindestens zweimal täglich trocken gereinigt werden (Besen, Schrapper) und anschließend vor allem im hinteren Bereich, wo verstärkt Feuchtigkeit und Verschmutzung auftreten, mit Einstreu bedeckt werden.

Diese Routinearbeiten lassen sich gut in den täglichen Betriebsablauf integrieren, bsp. während der Melkzeiten. Das meist manuell durchgeführte Reinigen und Einstreuen der Boxen lässt sich weitge-

hend mechanisieren, als Beispiel seien hier Fege- und Einstreumaschinen genannt. Des Weiteren sollte der Liegeboxenbelag im Rahmen der jährlichen Stallgrundreinigung mit Hockdruckkreiner gereinigt werden.

Im Falle der Strohmatratzen sollten diese regelmäßig eingestreut und ausgebessert werden.

Auch wenn es sich, abgesehen von den Umfangsvermehrungen, um Verletzungen handelt die den Tieren keinerlei Schmerzen bereiten dürften, sollte der Milchkuhhalter bemüht sein, diese zu vermeiden, da Schädigungen der Haut Eintrittspforten für potentielle Krankheitskeime darstellen und somit mehr als nur „Schönheitsfehler“ sind.

Zur Förderung der Eutergesundheit seitens der Liegeboxen ist die Verwendung qualitativ hochwertiger, trockener und geringfügig keimbelasteter organischer Einstreu aus Stroh- oder Holzprodukten eine wesentliche Voraussetzung.

Die Belastung des Eutergewebes durch Keime der Liegefläche kann weiter reduziert werden, wenn den Tieren unmittelbar nach dem Melken qualitativ hochwertiges und schmackhaftes Futter vorgelegt wird. Diese Maßnahme ist sinnvoll, da der Strichkanal nach dem Melkvorgang für bis zu zwei Stunden nicht ausreichend geschlossen ist und somit die natürliche Barriere nicht vorhanden ist.

Bei Neubauten sollte die Bereitstellung einer ausreichenden Zahl von Liegeflächen mit entsprechenden Funktionsmaßen selbstverständlich sein, somit wird das Risiko von Zitzenverletzungen und nachfolgenden Euterentzündungen nachweislich reduziert. Falls das Einhalten optimaler Boxenmaße in Altgebäuden nicht möglich ist, muss diese Schwäche durch ein noch besseres Management kompensiert werden.

Insgesamt lässt sich hinsichtlich der Beziehung zwischen Liegefläche und Eutergesundheit festhalten, dass der Einfluss der Liegefläche auf die Eutergesundheit überschätzt wird. Die Belastung der Kühe durch die Melktechnik und eine nicht ordnungsgemäße Melkarbeit ist von wesentlich größerer Bedeutung.

Ein Bereich, der bei der Beziehung zwischen Liegeflächenqualität und Euterge-

sundheit oftmals übersehen wird, ist das Trockensteherregime. Färsen und Milchkühe sind vor und nach dem Abkalben besonders anfällig gegenüber Erregern von Umweltmastitiden. Die leider noch oftmals praktizierte gleichzeitige Nutzung von Stallabteilen als Abkalbe- und Krankenbucht ist mit einer Nutzung der Wöchnerinnenstation als Isolierstation in unseren Krankenhäusern vergleichbar. Dies entspricht auf keinen Fall guter fachlicher Praxis. Abkalbebuchten sind nach jeder Nutzung gründlich zu reinigen.

Literaturverzeichnis

- BICKERT, W.G. (2000): Freestall Design. Proceedings: Dairy Housing & Equipment Systems: Managing & Planning for Profitability. NRAES, Ithaca, New York, 205-213
- BOXBERGER, J. (1983): Wichtige Verhaltensparameter von Kühen als Grundlage zur Verbesserung der Stalleinrichtung. Habilitationsschrift TUM Weihenstephan, Fachgebiet Landtechnik
- BRAMLEY, A.J. (1985): The Sources of Mastitis Pathogenes for a Dairy Herd and their Control. Kieler Milchwissenschaftliche Forschungsberichte 37, 375-385
- HARMON, R.J. (1994): Physiology of Mastitis and Factors affecting Somatic Cell Count. Journal of Dairy Science 77, 2103-2112
- KRAMER, A.J.; HAIDN, B., SCHÖN, H. (1998): Untersuchungen zur Verfahrenstechnik „naturnaher“, eingestreuter Stallsysteme unter besonderer Berücksichtigung der Eigenschaften und Wirkungsweisen von Einstreumaterialien auf das Funktionieren des Haltungsverfahrens. Hrsg.: Landtechnik Weihenstephan
- MOWBRAY, L.; VITTIE, T., WEARY, D.M. (2003): Hock Lesions and Freestall Design: Effects of Stall Surface. Proceedings: Fifth International Dairy Housing Conference Fort Worth, Texas, January 29-31 2003 Publ.: American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, 288-295
- RODENBURG, J., HOUSE, H. (2000): The Impact of Freestall Base and Bedding on Cow Comfort. Proceedings: Meeting-129 Natural Resource, Agriculture and Engineering Service (NREAS): Dairy Housing and Equipment Systems: Managing and Planning for Profitability, Camp Hill, Pennsylvania, 214-225
- SAMBRAUS, H.H.; SCHÖN, H., HAIDN, B. (2002): Tiergerechte Haltung von Rindern. In: Methling, W., Unshelm, J. (Hrsg.): Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleitieren. Berlin. Blackwell Wissenschafts-Verlag, 281-332
- SMITH, K.L.; HOGAN, J.S. (1995): Epidemiology of Mastitis. Proceedings 3rd IDF International Mastitis Seminar, Tel Aviv, S6, 3-13
- SOMMER, H. (1991): Spezielle Hygiene beim Rind. In: Sommer H.; Greuel, E., Müller, W.: Hygiene der Rinder- und Schweineproduktion. 2. Auflage. Stuttgart. Eugen Ulmer Verlag, 128-288

- SONNENBERG, H. (2002): Mechanische Aufbereitung von Einstreu-Material für die Tierhaltung zur Verbesserung der Qualität. Dissertation Universität Kassel, Fachgebiet Agrartechnik
- VOKEY, F.J.; GUARD, C.L., ERB, H.N., GALTON, D.M. (2001): Effects of Alley and Stall Surfaces on Indices of Claw and Leg Health in Dairy Cattle Housed in a Free-Stall Barn. *Journal of Dairy Science* 84, 2686-2699
- WEARY, D.M.; TASZKUN, I. (2000): Hock Lesions and Freestall Design. *Journal of Dairy Science* 83, 697-702
- WECHSLER, B.; SCHAUB, J., FRIEDLI, K., HAUSER, R. (2000): Behaviour and Leg Injuries in Dairy Cows kept in Cubicle systems with Straw bedding or soft Lying mats. *Applied Animal Behaviour Science* 69, 189-197
- WIDMER, C. (2002): Beurteilung von verformbaren Liegematten hinsichtlich des Programms besonders tierfreundliche Stallhaltungssysteme (BTS). Öffentliche Mitteilung des Bundesamts für Landwirtschaft, Bern
- WOLTER, W. (2004): Eutergesundheit. In: *Bauförderung Landwirtschaft* (Hrsg.): *Baubrief Landwirtschaft Nr. 44 Milchviehhaltung*. Münster. Landwirtschaftsverlag, 94-96